



Munich Personal RePEc Archive

## **Green Electricity**

Eirik S. Amundsen

Department of Economics, University of Bergen, Norway

2001

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/10740/>

MPRA Paper No. 10740, posted 28. September 2008 05:51 UTC

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ

ЭЙРИК АМУНДСЕН\*

*С природоохранной точки зрения выработка электроэнергии на основе энергии воды, ветра, солнечной, геотермальной и биомассы ("зеленая" или экологически чистая электроэнергия) может показаться хорошей идеей. Однако получение экологически чистой электроэнергии, в общем, дорого, а крупномасштабное развитие новых мощностей по производству экологически чистой электроэнергии, вероятно, означает неправильное управление ресурсами общества. Тем не менее, вполне возможно, что нынешнее и будущие поколения готовы нести дополнительные расходы за экологически чистую электроэнергию и, в общем, следует позволить потребителям через рынок проявить свой выбор в пользу "зеленой" электроэнергии. Но достаточно ли этой готовности платить для осуществления крупномасштабного внедрения источников возобновляемых видов энергии и действительно ли существующие системы для обеспечения экологически чистой электроэнергии достаточно хороши?*

**Введение.** Экологически чистая ("зеленая") электроэнергия — это термин, применяемый для характеристики электроэнергии, произведенной от источников возобновляемых видов энергии, т.е. воды, ветра, солнечной, геотермальной и биомассы. У этих источников общее то, что от них нет выбросов газов, создающих парниковый эффект, или других серьезных проблем с загрязнением окружающей среды (например, серой), сопутствующих производству электроэнергии. Использование этих источников может, однако, подразумевать другие отрицательные воздействия на внешнюю среду. Например, строительство гидроэлектростанции с дамбами, водоводами и трубопроводами может наносить необратимый ущерб природной среде, а строительство ветрового комплекса может принести соседям шумовое и эстетическое загрязнение. Потенциальные катастрофические последствия в результате аварии означают, что в остальных отношениях чистая ядерная энергия не считается экологически чистой, хотя для хорошо управляемой станции авария маловероятна. Некоторые также относятся скептически к включению крупных гидроэлектростанций в группу экологически чистых технологий из-за необратимых негативных воздействий, которые они могут оказывать на природную среду.

---

\* Эйрик С. Амундсен — профессор факультета экономики, Бергенский университет, и научный советник SNF.

ков. Следовательно, так как потребителю не известно, какие электроны он получает, "зеленые" или "черные", доплата за электроэнергию выступает в качестве общей поддержки "зеленого" состава в технологиях производства.

Можно даже дифференцировать экологически чистую электроэнергию как продукт. В Швеции крупнейшая энергетическая компания, Ваттенфаль, предлагает три вида продуктов. ВиндЭль (электроэнергия от ветрового источника), ВаттенЭль (гидроэлектроэнергия) и Эльмикс (электроэнергия от гидроэлектростанции и ядерной станции), что представляет обычный ассортимент, отражающий структуру технологий производства. Из этих продуктов самой дорогой является ветровая энергия, затем идет гидроэлектроэнергия, а самой дешевой является Эльмикс. Выбирая конкретный продукт, потребитель имеет возможность проявить свою готовность платить за электроэнергию от экологически чистых источников энергии. Однако, не совсем ясно, каким образом может потребитель проследить за энергетическими счетами Ваттенфалья (или других компаний, предлагающих подобные продукты), например, сколько ветровой энергии она продает по сравнению с тем, сколько ветровой энергии она вырабатывает или покупает из других источников. Также из продвижения этих продуктов не вполне ясно, намерены ли занимающиеся таким производством компании далее расширять мощности выработки экологически чистой электроэнергии.

Для большинства стран еще слишком рано заявлять, является ли экологически чистая электроэнергия успешным продуктом или нет. Однако пробные программы в области розничной конкуренции в Нью-Хэмпшире и Массачусетсе, США, в 1996 г. дали некоторый ограниченный опыт. В этой программе 20—30 % тех, кто поменял поставщиков, выбрали экологически чистый энергетический продукт по более высокой цене. Однако многие потребители в этой программе решили не менять поставщиков, даже несмотря на то, что им предлагали разнообразный выбор экологически чистого энергетического продукта (Уайзер и Пикль, 1997 г.). И все же, другие рыночные исследования показывают, что имеется ряд потребителей, демонстрирующих готовность платить дополнительно, если им дадут возможность покупать возобновляемые виды электроэнергии (Уайзер и др., 1998 г., Накарадо, 1996 г.).

В любом случае, сокращение объема вмешательства государства в рынок энергии при отмене местных монополий считается благотворным, потому что это позволяет географически разбросанным потенциальным потребителям "зеленой энергии" (т.е. потребителям, готовым платить дополнительно за экологически чистую электроэнергию) встретиться с производителями, предлагающими этот продукт. Неко-

торые сторонники продажи экологически чистой электроэнергии полагают даже, что готовность потребителей платить дополнительно за “зеленую” энергию могла бы, если позволить ее свободное проявление, оказаться достаточной для того, чтобы способствовать необходимому для окружающей среды расширению мощностей по производству экологически чистой электроэнергии и, следовательно, устранить необходимость продолжения политики поддержки возобновляемых видов энергии. Однако это, возможно, покажется чрезмерно оптимистическим взглядом.

**Государственные программы обеспечения производства экологически чистой электроэнергии.** В общем, правительства сочли необходимым поддержать строительство мощностей по производству экологически чистой электроэнергии. Аргументы в пользу государственного вмешательства многочисленны (см., например, Уайзер и др., 1998 г.) и включают аргумент “любителя прокатиться за чужой счет” (т.е., что люди неохотно обнаруживают свою истинную готовность платить, потому что они полагаются на готовность других обеспечить экологически здоровое развитие). Другим аргументом служит то, что в проявлении готовности нынешнего поколения платить недооценивается истинная готовность платить за более чистую окружающую среду на продолжительный период, поскольку в спросе нынешнего поколения не отражена готовность будущего поколения платить.

*Субсидии и дополнительные налоги.* Меры, предпринятые для преодоления невыгодности новых источников возобновляемых видов энергии, были многочисленными и разнообразными и включают: прямые субсидии, налоговые стимулы, низкопроцентные займы и, среди прочего, отклонение возобновляемых видов энергии.

Однако наряду с сокращением объема вмешательства государства в рынки энергии во многих странах и регионах возникла потребность в создании новых систем стимулирования для внедрения новых возобновляемых видов энергии, совместимых с реструктуризацией новых рынков энергии (Кирхнер и др., 1997 г.). Например, в Великобритании, отчасти для стимулирования новых рынков возобновляемых видов энергии, было разработано нетопливное обязательство (NFFO), а в Калифорнии в 1996 г. власти предпочли ввести программу распределения возобновляемых видов энергии, финансируемую из дополнительных налогов (Уайзер и др., 1998 г.). В Дании прямые государственные субсидии на строительство ветряных мельниц и использование ветровой энергии более оказались несовместимыми с европейским законодательством и была учреждена новая система Сертификатов на “зеленую” энергию (см. ниже).

Дополнительный налог на обслуживание распределения электроэнергии в Калифорнии ("плата за провода") является платой за объем используемой электроэнергии и выступает как налог, собираемый с целью получения дохода для перераспределения в пользу новых источников возобновляемой энергии. Следовательно, дополнительный налог налагается не прямо для того, чтобы интернализировать внешний эффект (трансформировать дополнительные издержки, вызванные внешними причинами, во внутренние издержки производства), а, скорее, чтобы получить доход. Как и большинство акцизных сборов, он искажает относительные цены и приносит потери обществу. Тем не менее, утверждают, что, якобы, система проста в применении и связана с низкими транзакционными издержками. Ее успех основывается на способности к оптимальному перераспределению фондов, т.е. на поддержку технологий выработки возобновляемых видов энергии с высочайшим потенциалом затратно-эффективного технологического развития. Одним из способов достижения такой цели было бы проведение аукционов при перераспределении, так чтобы способствовать конкуренции внутри и за пределами групп, занимающихся технологией возобновляемых видов энергии.

*Нормирование портфелей возобновляемых видов энергии.* Более сложной системой, стимулирующей внедрение новых источников возобновляемых видов энергии, совместимой с сокращением объема вмешательства государства в рынки энергии, является так называемая система "Нормирования портфелей возобновляемых видов энергии". Такая система принята во многих странах и регионах как часть процесса реструктуризации рынков электроэнергии. Среди прочих она включает Австралию, Данию, Нидерланды и разные штаты США (Мэн, Аризону, Неваду и Массачусетс).

Система "Нормирования портфелей возобновляемых видов энергии" в основном позволяет выдвигать требование, чтобы определенный процент ежегодного потребления электроэнергии в стране (или регионе) поступал из источников возобновляемых видов энергии. Это может выглядеть в виде условия для торговли энергией каждым розничным поставщиком, в котором оговаривается конкретный процент возобновляемых видов энергии. Однако, это не обязательно подразумевает физическое приобретение возобновляемых видов энергии со стороны отдельного поставщика (хотя для системы в целом это и должно быть так). Скорее, розничным поставщикам электроэнергии позволяет приобретать аккредитивы на возобновляемые виды энергии ("Зеленые сертификаты") в нужном количестве. Система продажи аккредитивов на возобновляемые виды энергии частично отделена от продажи экологически чистой электроэнергии.

*Датская система сертификатов на экологически чистую электроэнергию.* Вероятно, наиболее прогрессивной из предложенных является Система сертификатов на экологически чистую электроэнергию в Дании. Ее приняли в 1999 г. как часть реформы датского рынка электроэнергии для стимулирования и расширения производства экологически чистой электроэнергии, вырабатываемой, главным образом, от энергии ветра (таким образом, это соответствует стремлению Дании занять лидирующую позицию в технологии ветровой энергии). Датский парламент намерен уже полностью ввести в действие Систему сертификации экологически чистой электроэнергии к 2003 г. Короче говоря, Система сертификации экологически чистой электроэнергии состоит из продавцов и покупателей сертификатов. Продавцами являются производители электроэнергии, использующие возобновляемые источники энергии. Каждому из этих производителей позволено продать такое количество сертификатов, которое соответствует количеству электроэнергии, поданному в энергосистему. Покупателями сертификатов являются потребители/компании-дистрибьюторы, от которых правительство требует держать определенный процент (20 %) сертификатов, в соответствии с полными поставками конечному потребителю и объемом потребления электроэнергии. "Зеленые" сертификаты рассматриваются как разрешения на потребление электроэнергии. Следовательно, эта система подразумевает, что производители, использующие источники возобновляемых видов энергии, получают и оптовую цену и цену за сертификат за каждый кВт·ч, поданный в энергосистему. Таким образом, предполагается, что система сертификации привлечет новые инвестиции в "зеленую энергетику".

Основная характеристика системы заключается в том, что условие, содержащее процентные требования, по которому потребители/компании-дистрибьюторы могут иметь право на обладание сертификатами, выступает в роли чека на общий объем потребления электроэнергии. Процентное условие на практике подразумевает ограничение общего объема потребления, поскольку общее число наличных сертификатов ограничено совокупной мощностью установок по производству возобновляемых видов энергии (при уделении должного внимания стохастическим элементам ветровой энергии). Следовательно, условие 20 % подразумевает, что общее потребление не может превышать пятикратного количества электроэнергии, произведенной от возобновляемых источников энергии, если цена сертификатов не будет иметь тенденцию к превышению верхней ценовой границы. В этом случае может быть разрешено дополнительное потребление, при условии, что потребители/компании-дистрибьюторы заплатят фиксированный штраф, соответствующий



щий верхней границе цены за каждый кВт·ч дополнительного потребления.

Датская Система сертификации экологически чистой электроэнергии предназначена, таким образом, для обеспечения рыночного вознаграждения существующих мощностей по производству экологически чистой электроэнергии и рыночного стимулирования инвестиций в новые мощности. Однако, даже несмотря на то, что основные принципы этого нового рынка согласованы, по-видимому, справедливо было бы отметить, что функционирование Системы сертификации экологически чистой электроэнергии в целом еще не изучено в полной мере и что предстоит много работы, прежде чем рынок будет разработан детально. Применяя простую статическую модель рынка электроэнергии, включающую сертификаты на экологически чистую электроэнергию и ограничения на выбросы  $\text{CO}_2$  (см. Амундсен и Мортенсен, 2000 г.), можно вывести несколько неожиданных и, вероятно, удивительных выводов, что, в частности, относится к действию “процентного требования”, этого симбиоза с торговой системой разрешений на выбросы  $\text{CO}_2$ , и влиянию импортируемой электроэнергии.

**Процентное условие.** Можно было бы рассматривать “процентное условие” (т.е. требование присутствия обязательного количества “зеленых” сертификатов на потребленный кВт·ч) как политический параметр, определяющий уровень производства экологически чистой электроэнергии, т.е. чем выше процентное требование, тем выше уровень выработки экологически чистой электроэнергии. Однако в то время как нет необходимости говорить, что повышение “процентного требования” действительно ведет к повышению процента экологически чистой электроэнергии от общего потребления электроэнергии, влияние его на уровень производства экологически чистой электроэнергии выглядит весьма неубедительно. При автаркии и внешней торговле дело обстоит именно так и в краткосрочном, и в долгосрочном периоде. Следовательно, в общем неверно, что повышение “процентного требования” ведет в долгосрочном периоде к увеличению мощностей “зеленой энергетики”. Возможно, оно просто ведет к значительному сокращению потребления электроэнергии при соответственно высокой цене на нее и низких возможностях производства экологически чистой электроэнергии.

**Ограничения на выбросы  $\text{CO}_2$ .** Можно было бы без колебаний считать, что повышение внимания к проблеме снижения выбросов  $\text{CO}_2$  было бы на пользу производителям экологически чистой электроэнергии. Однако, при применении этой модели оказывается, что при автаркии ужесточение ограничений на выбросы  $\text{CO}_2$  окажет понижающее давление на цену сертификатов и на прибыли производителей экологически чистой электроэнергии.

гически чистой электроэнергии как в краткосрочном, так и долгосрочном периоде. Таким образом, подобная политика при авариях приведет к понижению мощности “зеленой энергетики” в долгосрочном периоде. При внешней торговле с импортом электроэнергии ужесточение ограничений на выбросы CO<sub>2</sub>, возможно, не окажет влияния на цену сертификатов и на прибыли производителей экологически чистой электроэнергии. Это справедливо как на краткосрочный, так и на долгосрочный период. Таким образом, долгосрочные мощности по производству “зеленой” электроэнергии, возможно, не будут затронуты этой политикой.

**Цена на импортируемую электроэнергию.** Интуитивно можно было бы подумать, что повышение цены на импортируемую “неэкологичную” электроэнергию защитило бы отечественных производителей экологически чистой электроэнергии и, следовательно, привело бы к расширению их производственных мощностей. Однако оказывается, что повышение оптовой цены на импортируемую электроэнергию окажет понижающее давление на цену сертификатов и на прибыли производителей экологически чистой электроэнергии. Это справедливо как на краткосрочный, так и на долгосрочный период. Значит, в общем необоснованно, что высокие цены на импорт неэкологичной электроэнергии защитят производителей “зеленой электроэнергии” и приведут к расширению мощностей по производству экологически чистой электроэнергии. Напротив, повышение оптовых цен на импортируемую электроэнергию — *при прочих равных условиях* — ведет к сокращению мощностей в производстве “зеленой электроэнергии”.

**Заключение и выводы.** Выработка электроэнергии на основе энергии воды, ветра, солнечной, геотермальной и биомассы (“зеленая электроэнергия”) может показаться хорошей идеей с природоохранной точки зрения. Однако выработка экологически чистой электроэнергии в общем дорога, а крупномасштабное развитие новых мощностей по выработке экологически чистой электроэнергии может означать неправильное управление ресурсами общества. Тем не менее, возможно, среди представителей нынешнего и будущих поколений существует готовность платить дополнительные налоги за экологически чистую электроэнергию, и, в общем, потребителям следует позволить через рынок проявить свои предпочтения в пользу экологически чистой электроэнергии. Также следует отметить, что относительная стоимостная невыгодность новых мощностей по производству экологически чистой электроэнергии до некоторой степени преувеличена, поскольку издержки для окружающей среды от “черных технологий” недостаточно отражены в существующих природоохранных налогах и плате за выбросы.



Все больше и больше компаний предлагают на продажу экологически чистую электроэнергию, а правительства во многих странах разрабатывают системы эффективного обеспечения этой энергией (например, система "Нормирования портфелей возобновляемых видов энергии" в США и "Система сертификации экологически чистой электроэнергии" в Дании). Однако пока преждевременно говорить, успешна или нет продажа экологически чистой электроэнергии в мире. Также предстоит еще исследовать ряд проблем, связанных с системой "Нормирования портфелей возобновляемых видов энергии" и "Системой сертификации экологически чистой электроэнергии", например, таких как эффекты неопределенности, разграничение между физической и финансовой торговлей сертификатами на экологически чистую электроэнергию, включая рынки срочных и фьючерсных сделок, влияние системы на благосостояние и воздействие одновременного функционирования международного рынка на "зеленые сертификаты". Отдельная проблема связана со стоимостью использования системы. Также может оказаться важным вопрос о рыночных механизмах, поскольку интересы производителей экологически чистой электроэнергии могут прийти в столкновение и производители воспользуются рыночными рычагами, ограничив продажу сертификатов и прекратив расширение мощностей. Эти производители действительно хорошо защищены, так как они могут ограничить продажу своих сертификатов или свои собственные мощности.